



# 日本国特許庁

PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT

JC523 U.S. PTO  
09/198534  
11/24/98

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて  
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed  
with this Office.

出願年月日  
Date of Application:

1998年 4月28日

出願番号  
Application Number:

平成10年特許願第118091号

出願人  
Applicant(s):

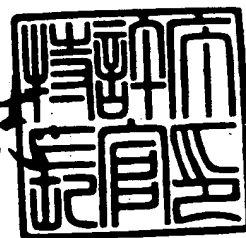
ミノルタ株式会社

CERTIFIED COPY OF  
PRIORITY DOCUMENT

1998年 8月28日

特許庁長官  
Commissioner,  
Patent Office

山佐 建



出証番号 出証特平10-306891

【書類名】 特許願

【整理番号】 TL02289

【提出日】 平成10年 4月28日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G06T 7/00

【発明の名称】 3次元形状データ処理装置

【請求項の数】 4

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号 大阪国際ビル ミノルタ株式会社内

【氏名】 伴 慎一

【特許出願人】

【識別番号】 000006079

【氏名又は名称】 ミノルタ株式会社

【代理人】

【識別番号】 100086933

【弁理士】

【氏名又は名称】 久保 幸雄

【電話番号】 06-304-1590

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 010995

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9716123

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 3次元形状データ処理装置

【特許請求の範囲】

【請求項1】

物体の3次元形状モデルのうちの特定部分に対してデータ処理を加える3次元形状データ処理装置であって、

前記物体に対する3次元計測によって得られた距離画像を細分化し、当該距離画像の各区画の空間周波数の分布に基づいて前記特定部分を設定する

ことを特徴とする3次元形状データ処理装置。

【請求項2】

物体の3次元形状モデルのうちの特定部分に対してデータ処理を加える3次元形状データ処理装置であって、

前記物体に対する3次元計測によって得られた距離画像を細分化し、区画毎に空間周波数の分布を求めて高周波成分の度合いを判別し、前記3次元形状モデルにおける前記距離画像の区画のうちの高周波成分の度合いの大きい区画に対応した部分を前記特定部分として設定する

ことを特徴とする3次元形状データ処理装置。

【請求項3】

物体の3次元形状モデルのうちの特定部分に対してデータ処理を加える3次元形状データ処理装置であって、

前記3次元形状モデルに位置を対応づけられた前記物体の2次元画像を細分化し、当該2次元画像の各区画の空間周波数の分布に基づいて前記特定部分を設定する

ことを特徴とする3次元形状データ処理装置。

【請求項4】

物体の3次元形状モデルのうちの特定部分に対してデータ処理を加える3次元形状データ処理装置であって、

前記3次元形状モデルに位置を対応づけられた前記物体の2次元画像を細分化し、区画毎に空間周波数の分布を求めて高周波成分の度合いを判別し、前記3次

元形状モデルにおける前記距離画像の区画のうちの高周波成分の度合いの大きい区画に対応した部分を前記特定部分として設定する

ことを特徴とする 3 次元形状データ処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、実存する物体の模型を作成するための 3 次元形状データ処理に関する。

【0002】

【従来の技術】

可搬型の非接触式 3 次元計測装置（3 次元カメラ）が商品化され、CG システムや CAD システムへのデータ入力、身体計測、ロボットの視覚認識などに利用されている。非接触の計測方法としては、スリット光投影法（光切断法）が一般的であるが、他にもパターン光投影法、ステレオ視法、干渉縞法などが知られている。

【0003】

また、パーソナルコンピュータで利用可能な 3 次元 CG ソフトウェア、及びホビー用の小型の 3 次元切削マシンが市販されている。これらを用いれば、一般家庭でも模型や創作物を手軽に製作することができる。

【0004】

一方、利用客の顔写真シールをその場で作成する一種の自動販売機が人気を集めている。利用客は料金分の硬貨を投入し、モニタ画像を見ながらカメラの前で好みのポーズをとる。そして、所定の操作を行うと、一定数のシールが並んだシートが作成されて取出口に排出される。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

上述の 3 次元計測装置によれば、写真をとるのと同程度の手軽さで人体を含む各種物体の形状をデータ化することができる。非接触式であるので、人体を計測する場合であっても、計測対象者が煩わしさを感じることはない。そこで、この

3次元計測装置を顔写真ならぬ顔面模型の作成に利用することが考えられる。つまり、3次元加工機と組み合わせれば、人物の顔を計測してその場で適当な倍率の模型を作成することが可能である。

【0006】

しかし、非接触式と接触式とに係わらず頭髮部分の形状を毛髪1本1本まで正確に計測するのは困難である。また、正確な計測が行えたとしても、加工の分解能が高くなければ平坦に加工されてしまう。さらに分解能の高い加工装置を用いて正確な加工が行えたとしても、起伏が微小であり、一見すると平坦に見えてしまう。いずれにしても、顔面模型の頭髮部分が平坦すぎて毛髪の質感が得られないという問題があった。

【0007】

この問題を解決するため、毛髪に似せた起伏模様を付加することが考えられる。ただし、模型のうちの起伏模様を付加する部分を正しく設定しなければならない。

【0008】

本発明は物体のうちの特定部分の抽出の精度を高めることを目的としている。

【0009】

【課題を解決するための手段】

本発明においては、物体の3次元計測情報（距離画像）又は2次元撮影情報を参照し、参照した画像の空間周波数の分析によって形状モデルのうちの特定部分を抽出する。そして、その特定部分に対してデータ処理を加える。例えば人体の形状モデルから頭髮部分を抽出し、毛髪の質感を表す起伏模様を付加する。データ処理としては変形、置換、テクスチャマッピングなどがある。

【0010】

空間周波数の分析によれば、一般に行われている色情報の分析よりも確実に頭髮部分を特定することができる。すなわち、髪の色は多様化しており肌の色も千差万別であるので、髪と顔との色判別の信頼性を高めるのは難しい。これに対して、“頭髮部分は顔面部分より高周波成分が多い”という周波数分布の差異は普遍的であるので、多様な状況においても誤判別が起こりにくい。

【0011】

請求項1の発明に係る装置は、物体の3次元形状モデルのうちの特定部分に対してデータ処理を加える3次元形状データ処理装置であって、前記物体に対する3次元計測によって得られた距離画像を細分化し、当該距離画像の各区画の空間周波数の分布に基づいて前記特定部分を設定するものである。

【0012】

請求項2の発明に係る3次元形状データ処理装置は、前記物体に対する3次元計測によって得られた距離画像を細分化し、区画毎に空間周波数の分布を求めて高周波成分の度合いを判別し、前記3次元形状モデルにおける前記距離画像の区画のうちの高周波成分の度合いの大きい区画に対応した部分を前記特定部分として設定するものである。

【0013】

請求項3の発明に係る3次元形状データ処理装置は、前記3次元形状モデルに位置を対応づけられた前記物体の2次元画像を細分化し、当該2次元画像の各区画の空間周波数の分布に基づいて前記特定部分を設定するものである。

【0014】

請求項4の発明に係る3次元形状データ処理装置は、前記3次元形状モデルに位置を対応づけられた前記物体の2次元画像を細分化し、区画毎に空間周波数の分布を求めて高周波成分の度合いを判別し、前記3次元形状モデルにおける前記距離画像の区画のうちの高周波成分の度合いの大きい区画に対応した部分を前記特定部分として設定するものである。

【0015】

本明細書において、距離画像とは、画素値が距離を表す画素の集合であり、距離分布を画素値で表現した画像である。空間周波数の分析に際しては距離画像を2次元画像と同等に取り扱うことができるので、距離画像の空間周波数の分析により3次元の座標演算を行うことなく3次元の凹凸を分析することができる。なお、距離画像及び2次元画像は可視化されている必要はなく、画像とは画像データを含んだ概念である。

【0016】

【発明の実施の形態】

図 1 は本発明に係る立体模型作成装置 1 の外観図である。

立体模型作成装置 1 は、物体形状を計測し、その計測データに基づいて素材をその場で加工する機能を有しており、利用客の顔をかたどった小物品の自動販売機として使用される。作成される物品は、所定形状（例えば四角形）の板面から顔面（頭髮を含む）の模型が突き出た立体である。板面（背景部分）に特定の起伏模様を付加することも可能である。このような物品に適当な金具を取り付ければ、ペンダント、ブローチ、キーホルダなどのアクセサリとなる。予め素材に金具を取り付けておいてもよい。

【0017】

ほぼ等身大の筐体 10 の上半部の前面に、利用客がポーズを確認するためのディスプレイ 16 とともに、光学式 3 次元計測のための投光窓 12 及び受光窓 14 が設けられている。受光窓 14 は 2 次元のカラー撮影にも用いられる。筐体 10 の下半部は上半部よりも前方側に張り出しており、その上面が操作パネル 18 となっている。商品の取出口 20 は下半部の前面に設けられている。

【0018】

図 2 は立体模型作成装置 1 の使用状態の模式図である。

立体模型作成装置 1 の前方に例えばブルーの背景シート 2 が配置されている。利用客 3 は背景シート 2 を背にして立体模型作成装置 1 に向かって立ち、料金分の硬貨を投入する。その後に利用客 3 がスタート操作を行うと、立体模型作成装置 1 は正面の一定範囲内に存在する物体の形状を計測するとともに、計測結果を示す 3 次元形状モデル（例えばサーフェスモデル）を表示する。そして、利用客 3 が確認操作を行うと、立体模型作成装置 1 は計測結果に応じた 3 次元加工を開始する。数分程度の時間で商品が完成する。利用客 3 は取出口 20 から商品を取り出す。

【0019】

図 3 は操作パネル 18 の平面図である。

操作パネル 18 には、スタートボタン 181、確認ボタン 182、キャンセルボタン 183、ジョイスティック 184、及び硬貨の投入口 185 が設けられて

いる。スタートボタン 181 はスタート操作手段であり、確認ボタン 182 は確認操作手段である。ジョイスティック 184 は模型の構図の変更指示に用いられる。左右に傾けるパーン操作、上下に傾けるチルト操作、及びノブを回転させるロール操作に呼応して 3 次元形状モデルの回転処理が行われ、処理結果が逐次に表示される。また、キャンセルボタン 183 は、利用客 3 が表示された 3 次元形状モデルが気に入らないときなどに再計測を指示するための操作手段である。ただし、キャンセルボタン 183 には有効回数が設定されており、無制限に再計測を指示することはできない。

#### 【0020】

図 4 は立体模型作成装置 1 の機能ブロック図である。

立体模型作成装置 1 は、模型サイズの 3 次元形状モデルを生成するモデリングシステム 1 A と、3 次元形状モデルを顕在化する加工システム 1 B とから構成されている。

#### 【0021】

モデリングシステム 1 A は、オリジナル物体である利用客 3 の外観情報をデジタルデータに変換（データ化）する撮影システム 30 を含んでいる。撮影システム 30 は、光投影法で形状情報をデータ化する 3 次元計測装置 34、色情報をデータ化する 2 次元撮影装置 36、及びコントローラ 38 からなる。なお、3 次元計測に光投影法に代えて他の手法を用いてもよい。3 次元計測装置 34 による計測情報である形状データ DS、及び 2 次元撮影装置 36 による撮影情報であるカラー画像データ DC はデータ処理装置 40 に入力される。3 次元計測と 2 次元撮影とのカメラ座標の相対関係は既知であるので、形状データ DS に基づく 3 次元形状モデルと 2 次元撮影像とを位置合わせすることは容易である。データ処理装置 40 は図示しない画像処理回路を備えており、本発明に特有のデータ修正を含む各種のデータ処理を行う。データ処理装置 40 のコントローラ 42 は、立体模型作成装置 1 の全体的な制御をも担い、撮影システム 30 のコントローラ 38 及び加工システム 1 B のコントローラ 76 に適切な指示を与える。このコントローラ 42 には、ディスプレイ 16 及び操作入力システム 80 が接続されている。操作入力システム 80 は、上述の操作パネル 18 と料金受領機構とからなる。



【0022】

一方、加工システム1Bは、樹脂ブロックなどの材料を切削する加工装置72、材料の加工位置への供給と加工品の取出口20への搬送を行う材料供給装置74、コントローラ76、及び取出口センサ78を備えている。取出口センサ78の検出信号はコントローラ42に入力される。

【0023】

なお、撮影システム30及び加工システム1Bの制御をコントローラ42に受け持たせ、コントローラ38及びコントローラ76を省略した回路構成を採用してもよい。

【0024】

図5は加工システム1Bの機構構成の一例を示す斜視図である。

材料供給装置74は、計8種の形状の材料を収納するストック部210を有している。収納空間は直線状の移送路212の両側に設けられ、各側の収納空間に移送路212に沿って4個ずつエレベータ220が配置されている。各エレベータ220に同一種類の複数個の材料が積み重ねられ、最上の材料が所定高さに位置するようにエレベータ220の上下移動制御が行われる。作成しようとする模型に適した一種類の材料が指定されると、指定された材料がワーク216として押出しロッド218によって収納空間から移送路212へ送り出される。そして、移送路212上のワーク216は、チャック付き移送ロッド214によって加工装置72のテーブル200に送り込まれる。

【0025】

テーブル200において、ワーク216は2個のストッパ202とクランプ治具204とによって固定される。そして、上下・左右・前後に移動可能な回転軸206に取り付けられたエンドミルなどの刃物208によって切削される。

【0026】

3次元加工が終了すると、ワーク216は移送ロッド214の先端のチャックで挟持されて移送路212の排出側の端部へ運ばれ、排出口222に送り込まれる。移送ロッド214によらず、滑り台形式でワーク216をテーブル200から排出口222へ移動させてもよい。

【0027】

加工システム1Bの機構構成は例示に限らない。例えば多段の各棚に同一種類の材料を水平方向に並べ、その配列方向の一端にエレベータを配置し、棚からエレベータに材料を押し出すようにすれば、エレベータ数を低減することができる。アームロボットによってワークを収納位置→加工位置→排出位置へと運んでもよい。切削に代えて、積層造形法（光造形法を含む）、レーザー加工（熱加工）、成型加工（加圧など）などの手法で模型を作成することも可能である。また、材料形状については、利用客3が好みの外形を選択できるようにしてもよいし、予め標準的な顔の模型を作り込んだ複数種の材料から加工時間が最も短くなるものを自動選択するようにしてもよい。

【0028】

以上の構成の立体模型作成装置1においては、頭髮の質感が再現された見た目の自然な顔面模型を作成するため、3次元計測で得られた3次元形状モデルを自動的に変形するデータ修正がデータ処理装置40によって行われる。変形は、具体的には3次元形状モデルの頭髮部分に、あらかじめ登録されている縞状の起伏模様を付加する処理、すなわち多数の溝又は筋状の隆起を設ける処理である。この処理に際して、データ処理装置40は、変形の対象である頭髮部分を特定するために、3次元計測情報（距離画像）又はカラー撮影情報に対する空間周波数の分布の解析を行う。

【0029】

また、本実施形態では、模型をより実物に似せるため、カラー撮影情報から各部位の毛髪方向（ウェーブライン）を判別し、その結果に応じて頭髮部分を区画して各区画領域毎に最適の起伏模様を付加する。なお、頭髮部分の形状からヘアスタイルを判別し、実物のウェーブラインに係わらずヘアスタイルに応じてあらかじめ設定しておいた起伏模様を一律に付加するようにしてもよい。

【0030】

図6は頭髮部分の特定の要領を説明するための図である。

図6（A）のように、利用客3に対する3次元計測で得られた頭部の距離画像G10を格子状に細分化する。細分化された各区画e毎に2次元フーリエ変換を

行って、空間周波数スペクトルを求める。図6（B）のように、設定周波数  $f_1$  よりも高周波側の範囲（図中の斜線部分）についてスペクトル強度の積分演算を行う。そして、積分値が設定値以上である区画  $e$  を頭髮部分  $h_1$  に対応するものと判定する。このように判定した区画  $e$  の集合を頭髮部分と特定する。

【0031】

図7は毛髪方向情報の抽出の模式図である。

データ処理装置40は、まず、カラー画像データDCが表す2次元画像から、上述の要領で特定された距離画像G10の頭髮部分  $h_1$  に対応する部分を頭髮領域として抽出する。

【0032】

次に、以下の要領で毛髪方向情報を抽出する。①2次元画像の頭髮領域について1階微分処理を行い、エッジを検出する。②所定の閾値でエッジ検出画像G21を2値化する。③2値化画像G22に対して収縮・膨張処理を繰り返し、画像の雑音を取り除いた画像G23を得る。④心線の連結画素数4以下を保存して細線化を行い画像G24を得る。⑤各画素を連結画素数で分類し、連結数3の分岐点画素及び連結数4の交差点画素を除き、連結数1又は2の画素のみからなる線セグメント（線画像）のみを残す。⑥画像G25の線セグメントについて追跡処理を行い、全ての画素の連結数が2であるループ状の線セグメント、つまり頭髮領域の輪郭を除去し、毛髪方向を示す画像G26を得る。

【0033】

図8は毛髪方向の分類の模式図、図9は縞模様の設定の一例を示す図、図10は形状モデルの部分修正の模式図である。

データ処理装置40は、上述の要領で毛髪方向情報を抽出した段階の2次元画像G26を、毛髪方向を示す線セグメント  $L_g$  とあらかじめ登録されているマスクパターン  $m_1 \sim 8$  とのマッチングを行いながら走査する。その結果、合致する画素の最も多いマスクパターンを、その部位のマスクパターンと決める。つまり、毛髪方向をマスクパターン  $m_1 \sim 8$  のいずれかの方向に分類する。続いて、図9のように、マスクパターンの分布に応じて頭髮部分の2次元画像G26を区画し、各区画領域  $a_1 \sim a_5$  を該当するマスクパターンで塗りつぶす。すなわち毛

髪模様を設定する。そして、図 10 のように、形状モデル U に対して毛髪模様で塗りつぶした画像 G 27 を投影し、毛髪模様 h p に対応した所定深さの溝 g を設けるように形状モデル U を部分的に変形させる。これにより、形状モデル U のうちの頭髮部分 U h に毛髪に似せた縞状の起伏が付加され、頭髮の質感が表現される。なお、溝 g の断面形状は、U 字状、V 字状、矩形など任意に設定可能である。断面を放物曲線状としていわゆる丸平の彫刻刀で削ったように見せかけることもできる。また、溝 g を設ける代わりに筋状に隆起させてもよい。隆起の断面形状も溝と同様に任意に設定可能である。

【0034】

以下、フローチャートによって立体模型作成装置 1 の動作を説明する。

図 11 は概略の動作を示すメインフローチャートである。

電源が投入された後、利用客による操作を待つ待機期間において、2 次元撮影と撮影結果の表示とを繰り返す（# 10、# 12、# 14）。また、定期的に案内メッセージを表示する。料金が投入されてスタートボタン 181 が押されると、改めて 2 次元撮影を行うとともに 3 次元計測を行う（# 16、# 18）。所定のデータ処理を行い（# 20）、得られた 3 次元形状モデルを表示する（# 22）。このとき、影を付すといった公知のグラフィック手法を適用して見栄えを高める。そして、指示操作を待つ。ただし、待ち時間は有限であり、時限を過ぎれば確認操作が行われたものとみなす。

【0035】

ジョイスティック 184 が操作されると、上述のように 3 次元形状モデルを操作に応じて回転させて表示する（# 24、# 38）。キャンセルボタン 183 が押されると、待機期間の動作に戻る（# 40、# 10）。ただし、この場合、利用客が料金を改めて投入する必要はなく、スタートボタン 181 を押せば、再計測が行われる。

【0036】

確認ボタン 182 が押されると（# 26）、3 次元形状モデルに基づいて加工条件データベースを参照して加工制御用のデータを生成し（# 28）。材料の加工を行う（# 30）。加工が終わると、商品を排出し（# 32）、取出口センサ

78によって商品が取り出されたのを確認して待機動作に戻る（#34、#10）。

【0037】

図12は図11のデータ処理の内容を示すフローチャートである。

このルーチンでは、上述したように頭髮の質感を表現するデータ修正、及び加工時間の短縮やデザイン上の意図的な平面化のための奥行き方向の圧縮を含む次の処理が行われる。

【0038】

平滑化処理を行って、ノイズによる異常データを除くとともに、細かな凹凸まで過度に再現されるのを避ける（#200）。再標本化処理を行う（#210）。これは、顔が斜めを向いていた場合などにおいて、入力データを加工方向に正対させるため、ある方向から平行投影した等間隔の格子点により整列されたデータに変換する処理である。例えば、人の顔の耳の下が陰になって測定できない場合、顔を上向きにして3次元測定をした後で、通常の正面を向いた顔を表すようにデータを変換できる。格子点が射影された位置に計測点がない場合には、その周囲の計測値により線形補完を行う。このとき、射影された方向が加工する際の鉛直上方となり、それぞれの格子点は、高さのデータを持つ。また、入力データが透視投影による場合でも、この処理により入力データを平行投影データに変換できる。

【0039】

データの欠損部分を補完する（#220）。補完手法としては、線形補完、重み付け補完などの種々の手法が適用可能である。例えば、データの欠損している部分をすべて固定値で置き換える（単純補完）。その固定値としては、設定値、最小の高さ、顔の外周位置の平均値が考えられる。欠損部が有効データ部分で完全に囲まれている場合は、周りのデータから線形補完をする。また、人の顔における黒い眉や髪などのように対象の性質から光学式の3次元計測で正確なデータが得られないことが予想できる部分については、既存の3次元形状データと置き換えてもよい。この場合、顔面（頭部の前半面）の標準モデルを用意しておき、データ欠損部分については位置及びサイズを調整した標準モデルのデータを

使用する。標準モデルの調整は、次の手順で行う。2次元画像から両目及び口を抽出し、3つの基準点の位置を算定する。そして、標準モデルの各基準点を実測の形状モデルと一致するように標準モデルの線型変換をする。なお、このような合成は、顔の欠損部分に限らず任意の部分に適用可能である。

【0040】

以上の各処理で実物形状に忠実な3次元形状モデルを得た後、上述したように頭髮部分に縞状の起伏を付加する本発明に特有のデータ修正を行う（#230）。なお、このとき、目、黒目部分、眉、唇、頬などの特定部分を若干盛り上げる強調を行ってもよい。

【0041】

高さ圧縮処理を行って、3次元形状モデルの寸法を奥行き方向に縮める（#240）。奥行き方向の高低差が小さくなれば加工時間が短くなる。また、ペンダントやメダルの用途では平面的な模型が好適である。圧縮には、一様圧縮及び非一様圧縮のどちらの手法も適用可能であり、部分毎に使い分けることもできる。

【0042】

3次元形状モデルのうちの背景部分を検出する（#250）。これは背景部分を修正するための前処理である。背景シート3によって利用客の背面をブルーバックとしておけば、2次元画像の色判別によって背景部分を容易且つ確実に検出することができる。

【0043】

背景部分について他のデータに置き換える背景変換を行う（#260）。例えば、背景部分は極端に奥行きが深いので、加工時間を短縮するために奥行きの浅いデータに変換する。置き換えるデータは、平面データでも花木などの絵柄や幾何模様を表す立体面データでもよい。

【0044】

実物大の3次元形状モデルを商品サイズに適合させるサイズ調整を行う（#270）。また、加工装置72の精度にデータ量を適合させる解像度変換を行う（#280）。この処理は、所定格子幅のメッシュを投影して格子点で再標本化するものであるが、投影する方向は加工時の鉛直方向に固定されている。解像度変

換（データ数変換）の要領としては、まず、加工用の形状モデルの構成点群を点間ピッチとベクトル変化量とで定義し、ベクトル変化量に対応する点間ピッチ範囲をあらかじめ記憶されている特性データテーブルから読み出して設定する。すなわち、データを間引いてピッチを大きくしたり、データを補間してピッチを小さくしたりする。計測の分解能が十分に大きい場合には、間引きのみを行えばよい。解像度変換機能を設けておけば、3次元計測装置34の分解能が限定されないもので、用途に応じて計測手段を取り換えるといった使用形態が許容されることになる。

#### 【0045】

最後に、3次元形状モデルの基準位置が加工の基準位置に合うように座標の原点を平行移動させる位置合わせを行う（#290）。なお、加工に際して上述のように予め所定の凹凸が作り込まれた材料を用いる場合には、確認操作に呼応した加工データ生成処理（図11の#28）において、以上の処理によって得られた3次元形状モデルと作り込まれている凹凸とを比較して切削量が算出される。

#### 【0046】

図13は図12の部分修正処理の内容を示すフローチャートである。

図6で説明したように、まず、距離画像G10から頭髮部分を抽出する（#301）。エッジ検出、ノイズ除去、細線化、線セグメント化、及びループの除去の一連の処理を行って毛髪方向情報を抽出する（#302～306）。マスクパターンとのマッチングにより毛髪方向を分類し（#307）、2次元画像の頭髮部分を区画し（#308）、各区画を適切な毛髪模様で塗りつぶす（#309）。その後、毛髪模様を形状モデルに投影し（#310）、形状モデルを部分的に変形させて毛髪に似せた起伏面を形成する（#311）。

#### 【0047】

図14は図13の頭髮部分の抽出サブルーチンのフローチャートである。

利用客3の頭部の距離画像G10を細分化した各区画e毎に2次元フーリエ変換を行う（#3011）。設定周波数f1よりも高周波側の成分量を求める積分演算を行う（#3012）。そして、積分値が設定値以上である区画eを頭髮部分に対応するものと判定する（#3013）。

【0048】

以上の実施形態においては、距離画像G10の空間周波数分布に基づいて頭髮部分を特定する例を挙げたが、2次元画像に基づいて同様に頭髮部分を特定することもできる。

【0049】

図15は頭髮部分の特定方法の他の例を示す図である。

図15(A)のように、利用客3に対するカラー撮影で得られた頭部の2次元画像G20を格子状に細分化する。細分化された各区画e毎に2次元フーリエ変換を行って、空間周波数スペクトルを求める。図15(B)のように、設定周波数 $f_2$ よりも高周波側の範囲(図中の斜線部分)についてスペクトル強度の積分演算を行う。そして、積分値が設定値以上である区画eを頭髮部分に対応するものと判定する。このように判定した区画eの集合を頭髮部分と特定する。

【0050】

図16は図15に対応した頭髮部分の抽出サブルーチンのフローチャートである。

カラーの2次元画像G20を例えば256階調のグレー画像に変換する(#3120)。得られたグレー画像を格子状に細分化し、各区画e毎に2次元フーリエ変換を行う(#3121)。設定周波数 $f_2$ よりも高周波側の成分量を求める積分演算を行う(#3122)。そして、積分値が設定値以上である区画eを頭髮部分に対応するものと判定する(#3123)。

【0051】

上述の実施形態によれば、頭髮部分を高精度に特定し、毛髪の質感の得られる見た目の自然な人体頭部の模型の作成を可能にすることができる。

上述の実施形態において、空間周波数の分析によって特定した頭髮部分に対するデータ処理として、筋状の溝や隆起を形成する代わりに、全く異なる形状データ(例えばぬいぐるみの頭やヘルメット形状)に置換してもよい。

【0052】

上述の実施形態において、2次元画像から頭髮方向情報を抽出するのに代えて、3次元形状から直接に毛髪方向を判別してもよい。すなわち、モデル表面にお



いて適当なサンプリング密度で法線ベクトルを求め、法線ベクトルの方向が変化する領域を毛髪方向を示す起伏部分とする。

【0053】

上述の実施形態では、自動販売機としての使用を想定した立体模型作成装置 1 を例示したが、本発明に係るデータ処理は模型作成が有償であるか無償であるかを問わない。模型のサイズは縮小サイズに限らず、実物大でも拡大サイズでもよい。毛髪模様として縞模様を付加するものとして説明したが、髪型によっては円模様であってもよい。

【0054】

本発明は、立体模型作成装置に限らず、3次元表示装置にも適用可能である。

【0055】

【発明の効果】

請求項 1 乃至請求項 4 の発明によれば、物体のうちの特定部分の抽出の精度を高めることができる。例えば人体模型の作成に適用した場合には、頭髮部分を高精度に抽出することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明に係る立体模型作成装置の外観図である。

【図 2】

立体模型作成装置の使用状態の模式図である。

【図 3】

操作パネルの平面図である。

【図 4】

立体模型作成装置の機能ブロック図である。

【図 5】

加工システムの機構構成の一例を示す斜視図である。

【図 6】

頭髮部分の特定の要領を説明するための図である。

【図 7】

毛髪方向情報の抽出の模式図である。

【図 8】

毛髪方向の分類の模式図である。

【図 9】

縞模様の設定の一例を示す図である。

【図 10】

形状モデルの部分修正の模式図である。

【図 11】

概略の動作を示すメインフローチャートである。

【図 12】

図 11 のデータ処理の内容を示すフローチャートである。

【図 13】

図 12 の部分修正処理の内容を示すフローチャートである。

【図 14】

図 13 の頭髪部分の抽出サブルーチンのフローチャートである。

【図 15】

頭髪部分の特定方法の他の例を示す図である。

【図 16】

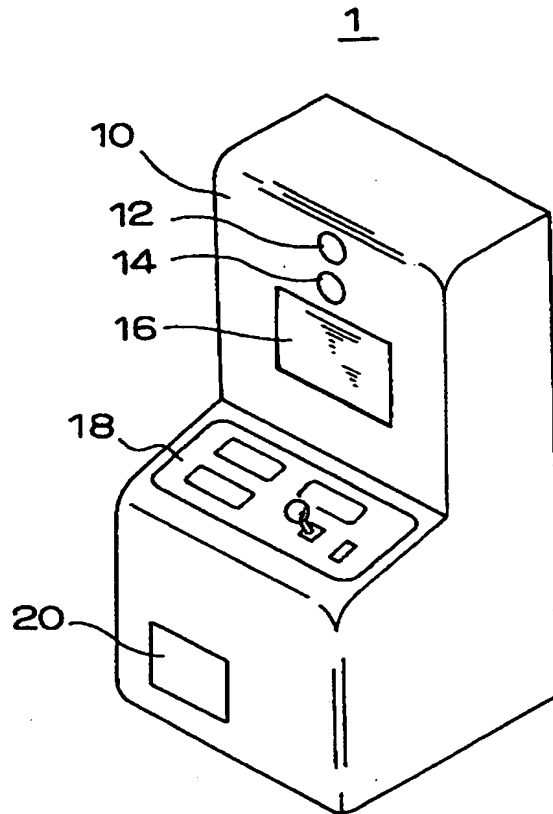
図 15 に対応した頭髪部分の抽出サブルーチンのフローチャートである。

【符号の説明】

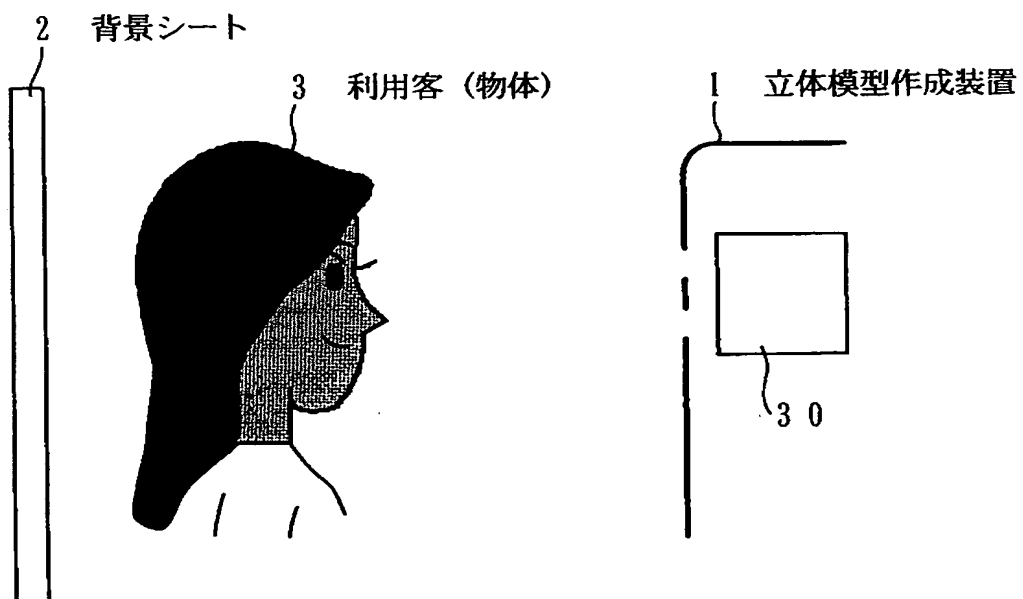
- 1 立体模型作成装置
- 3 利用客（物体）
- 40 データ処理装置（3次元形状データ処理装置）
- G10 距離画像
- G20 2次元画像
- U 3次元形状モデル
- Uh 頭髪部分（特定部分）

【書類名】 図面

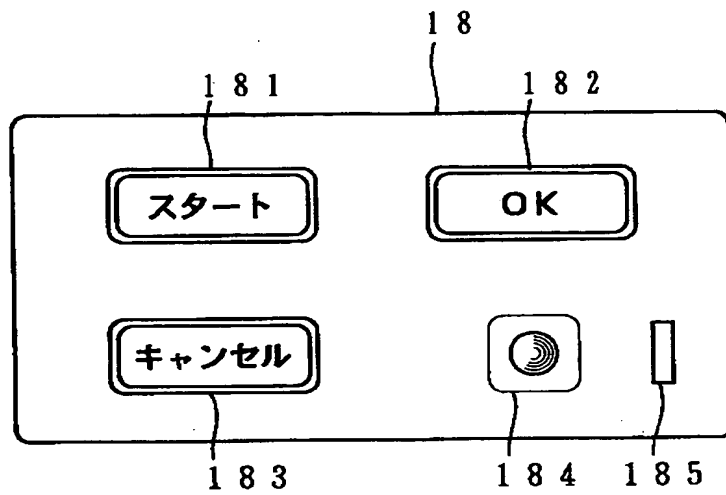
【図 1】



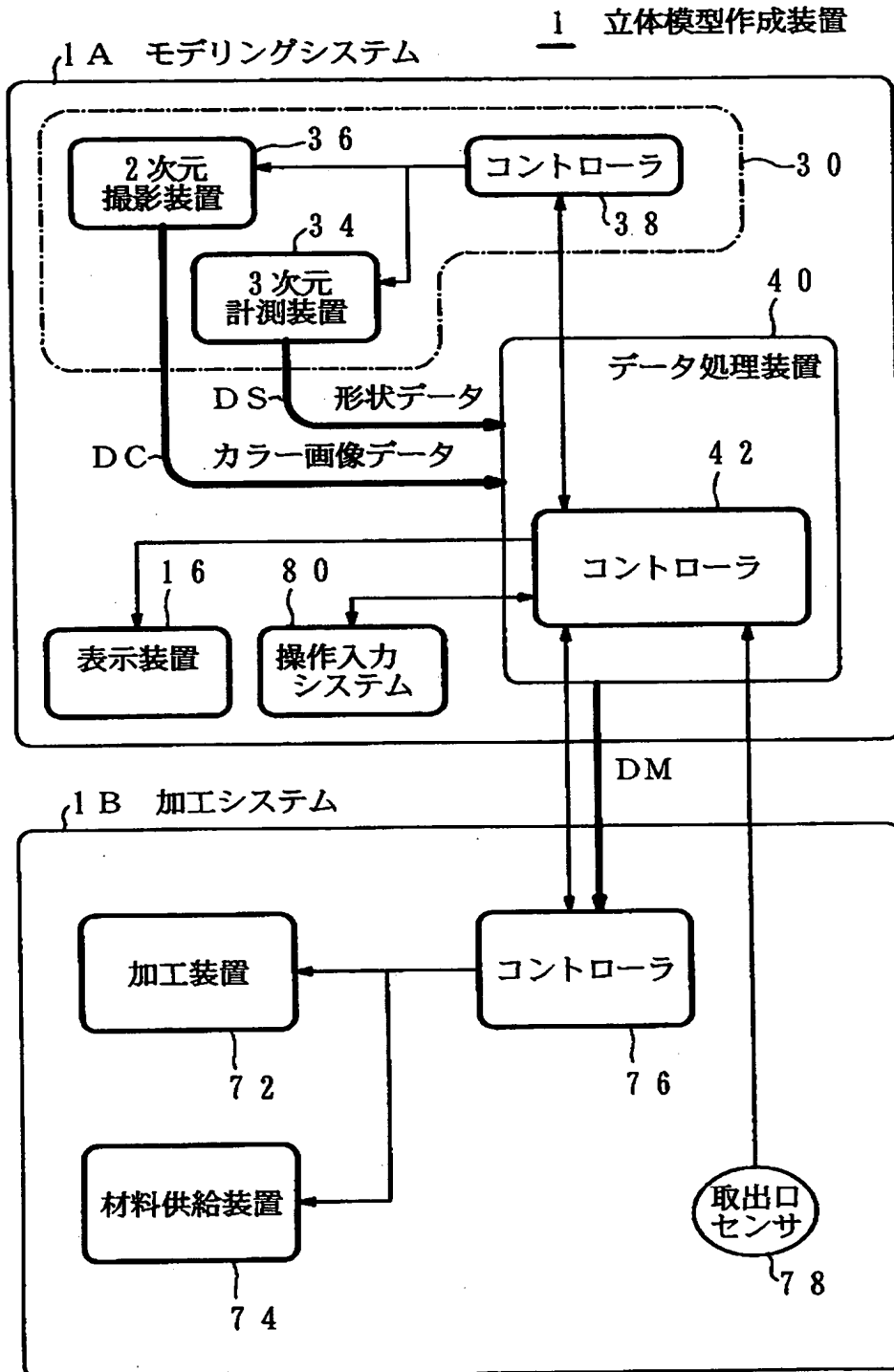
【図 2】



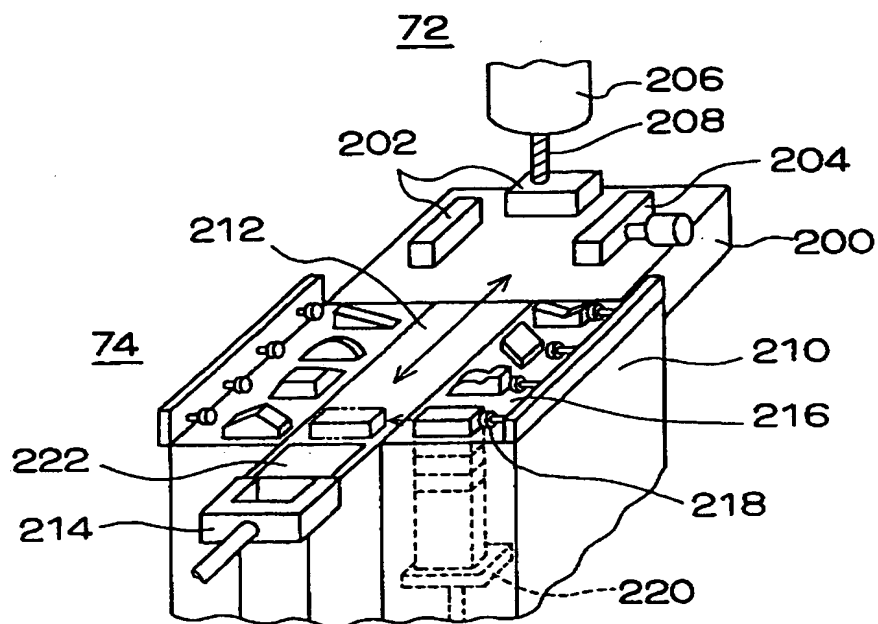
【図 3】



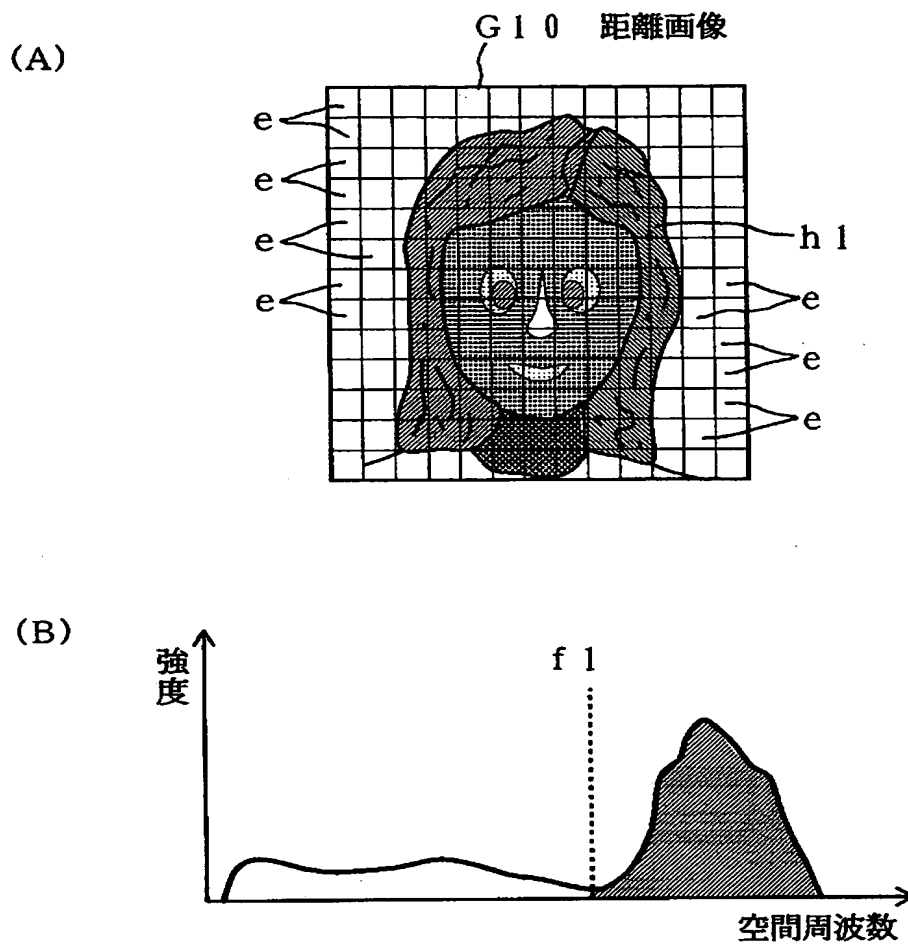
【図 4】



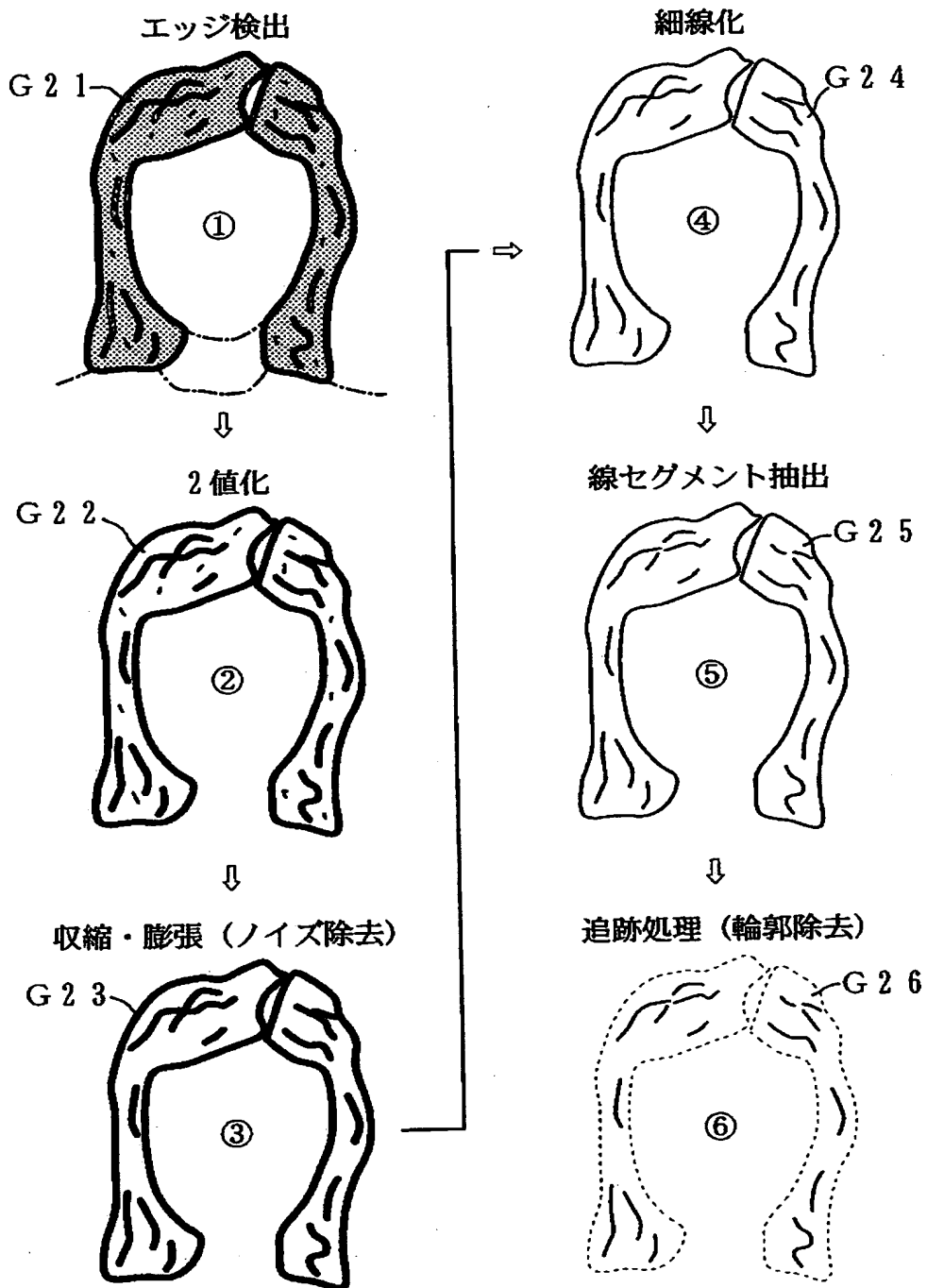
【図 5】



【図6】

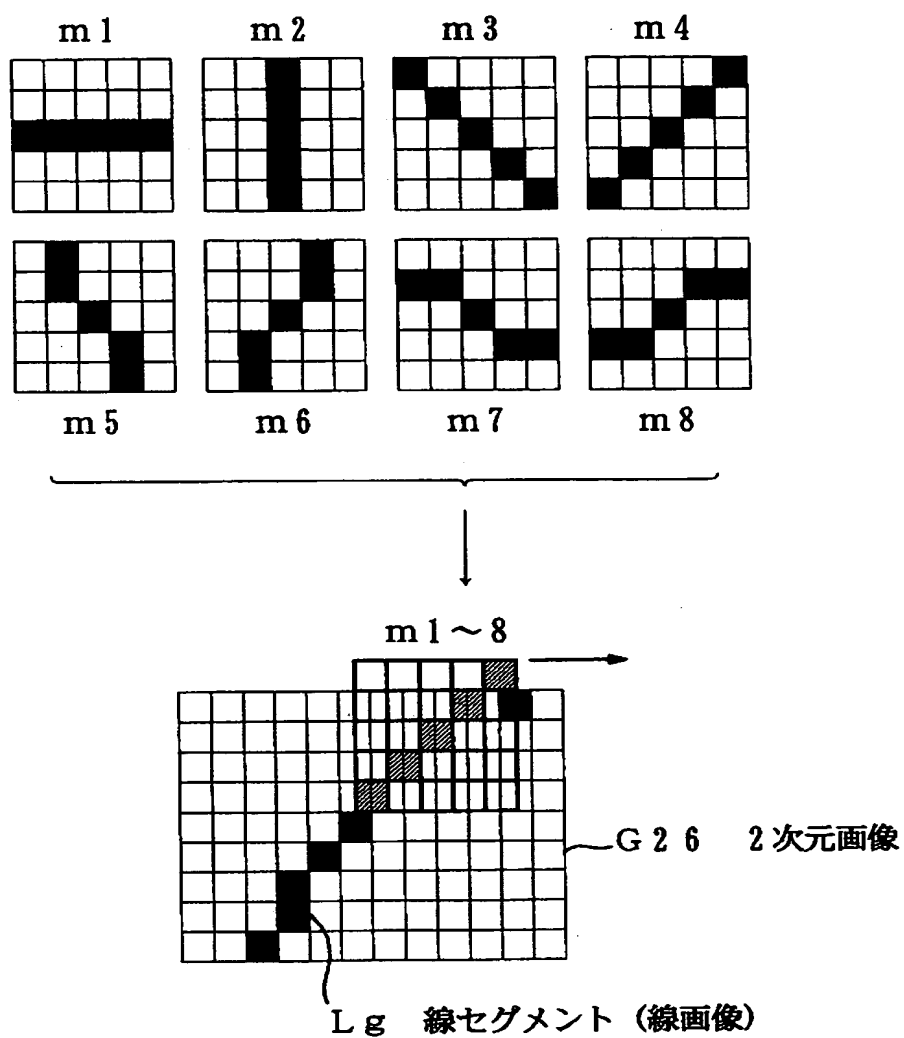


【図 7】

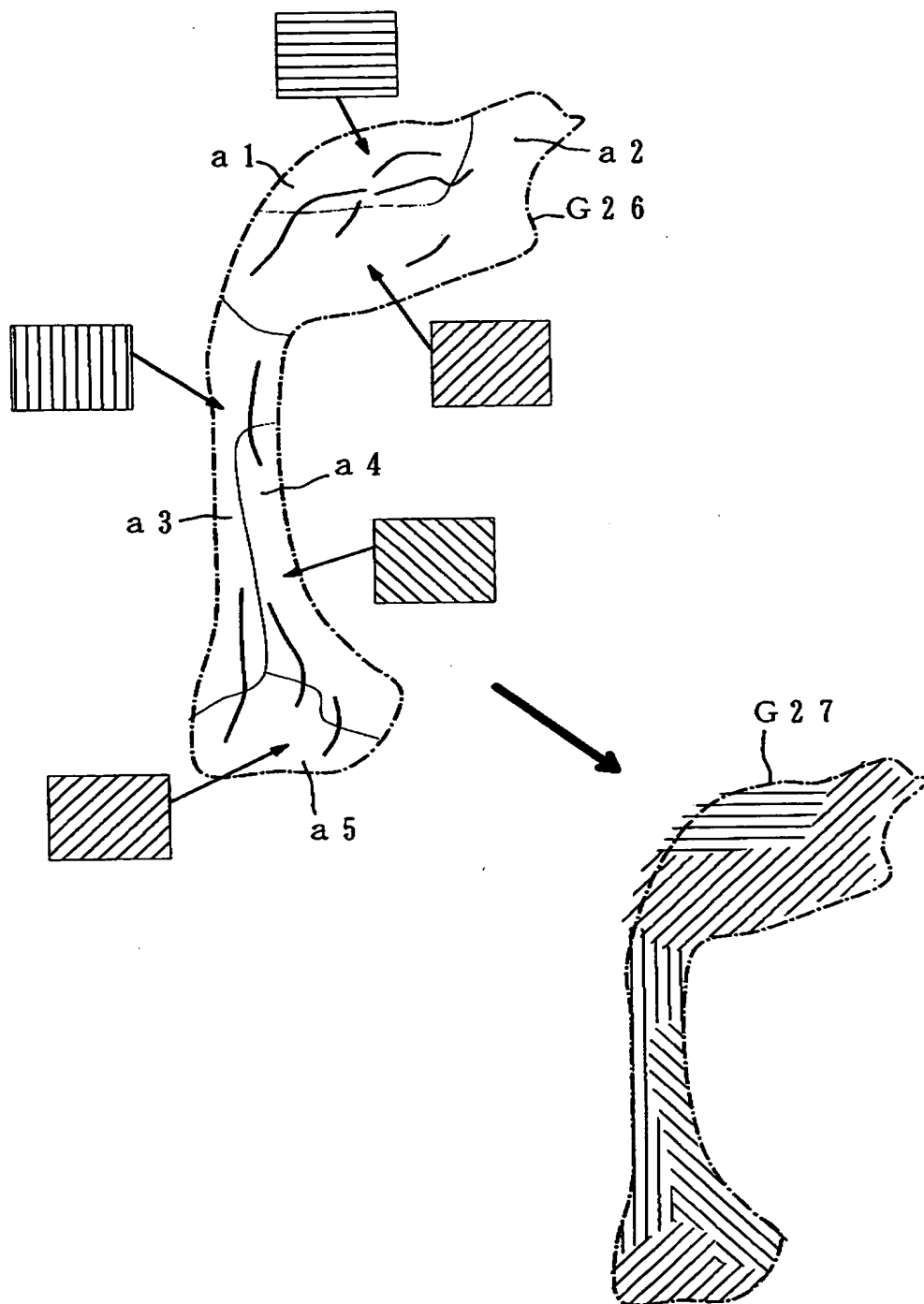




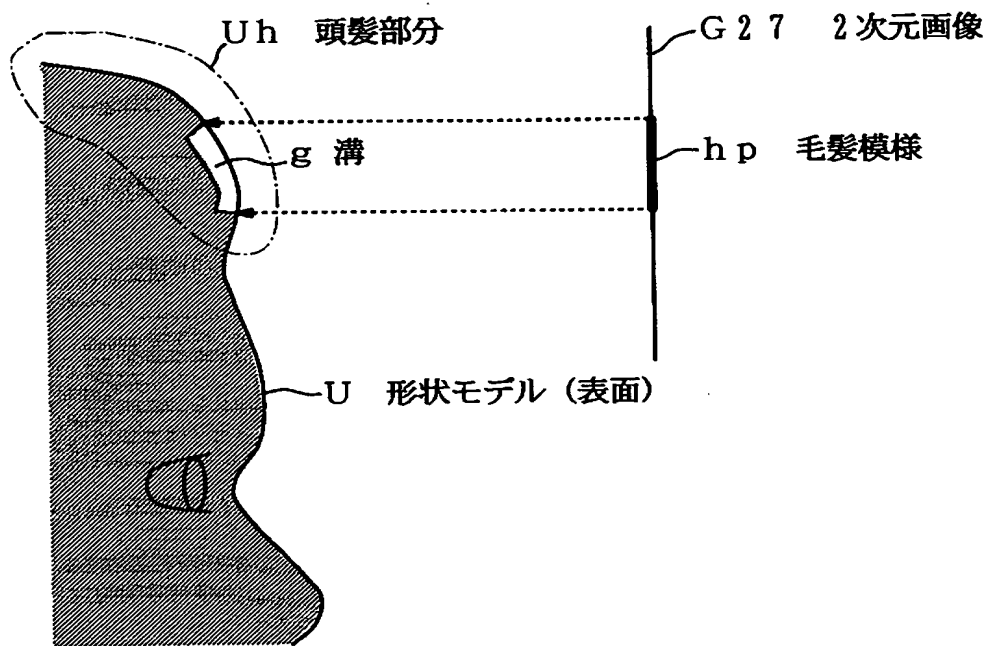
【図 8】



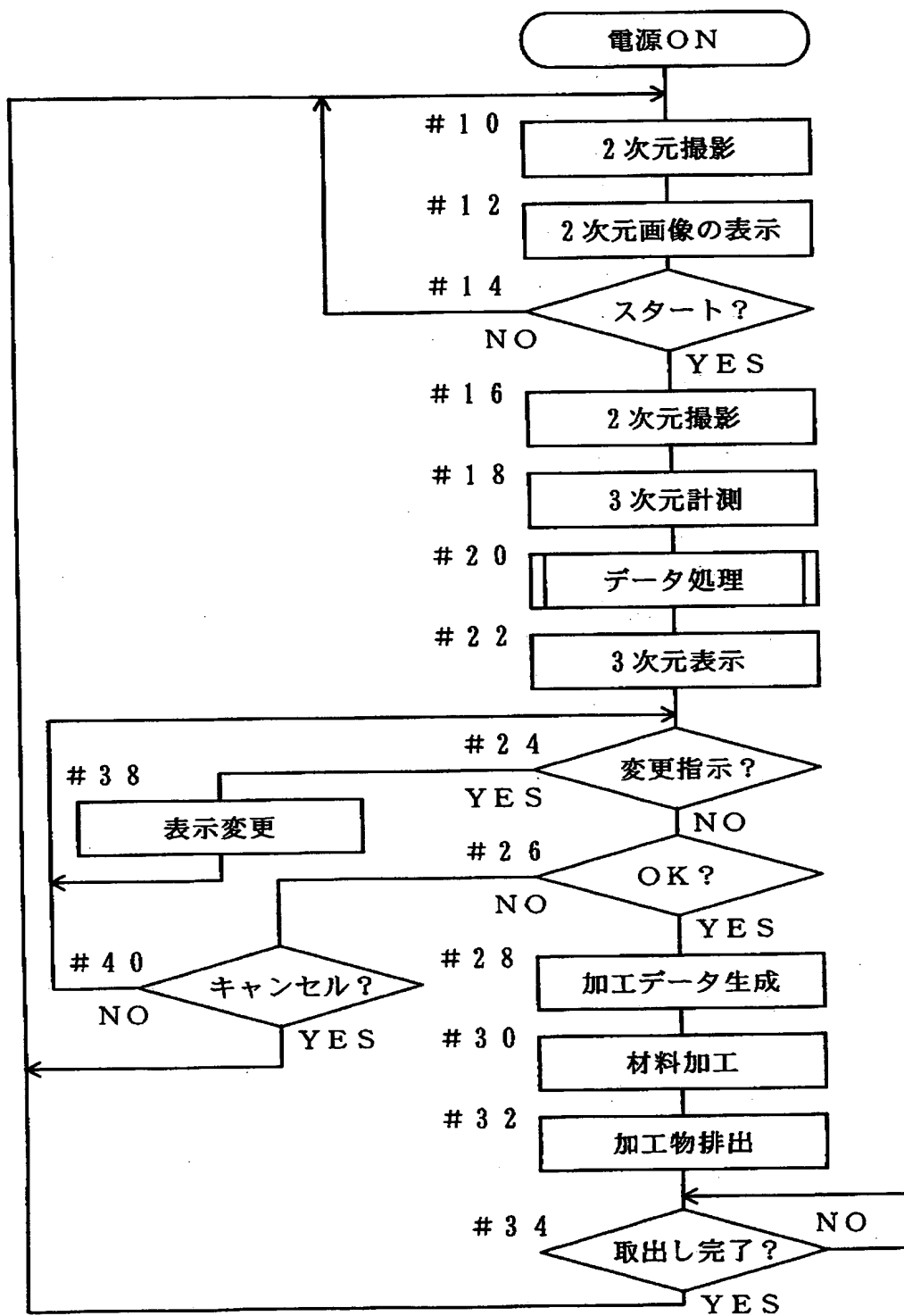
【図9】



【図 10】



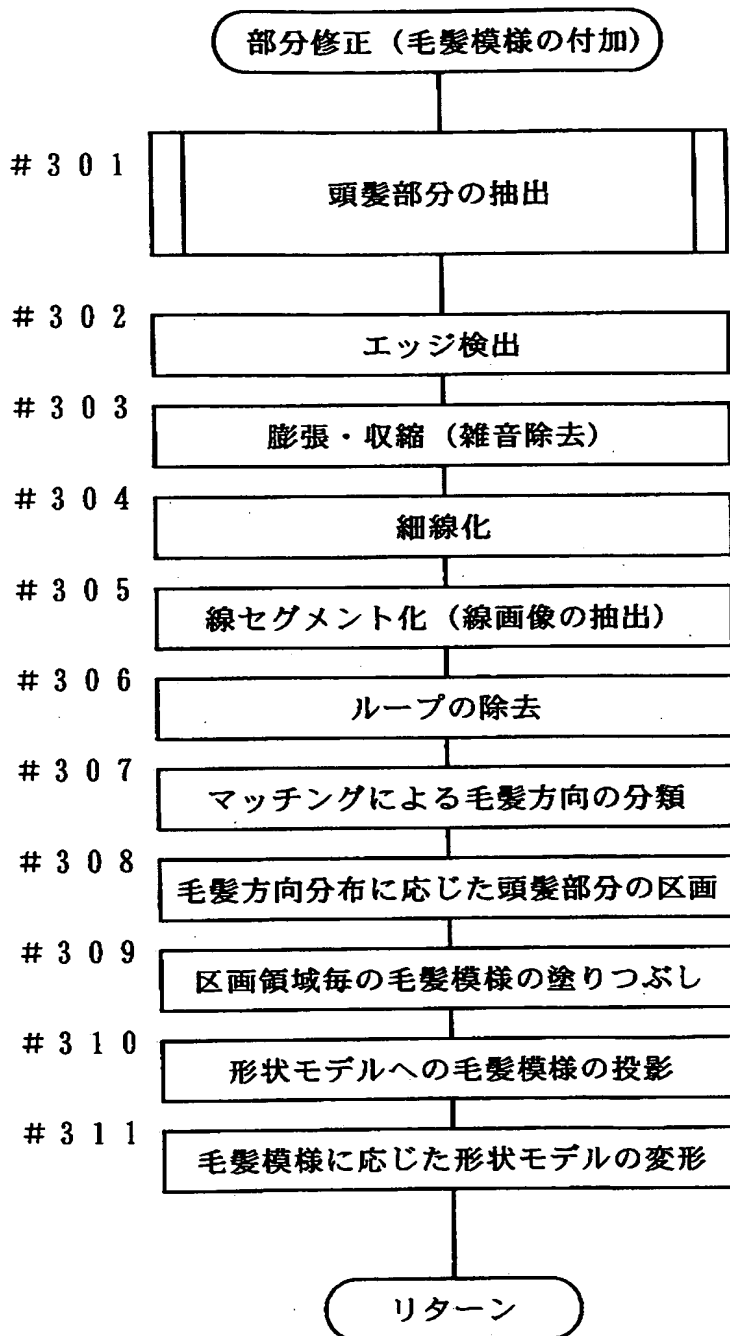
【図 11】



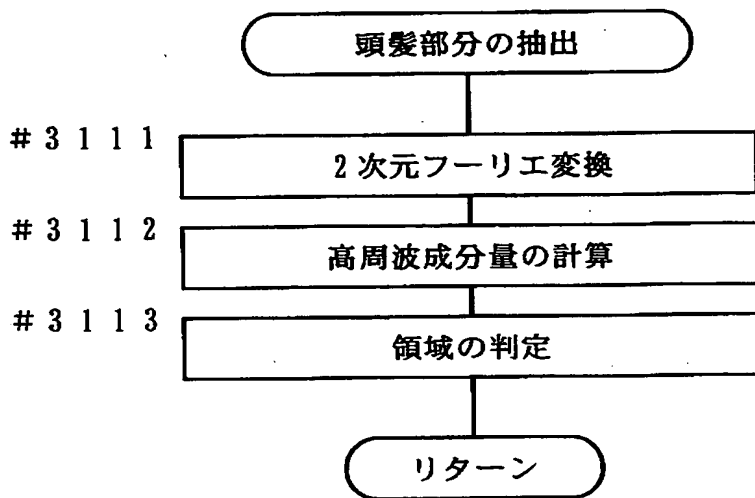
【図 12】



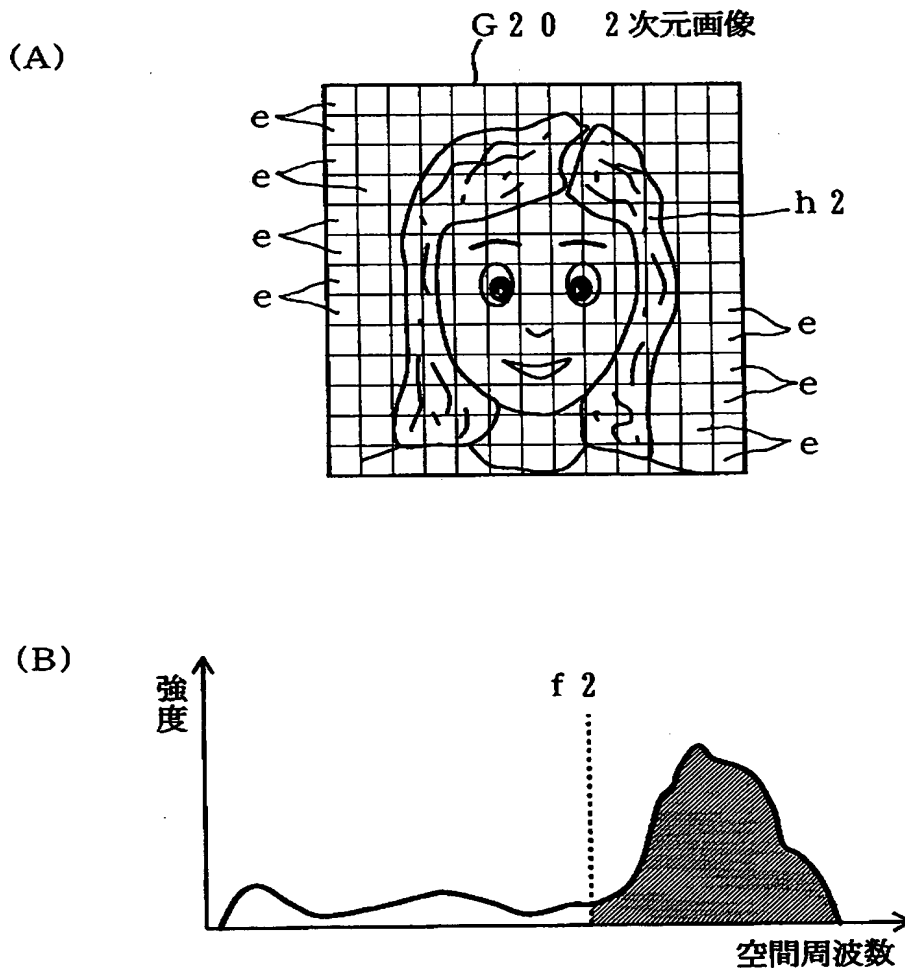
【図 13】



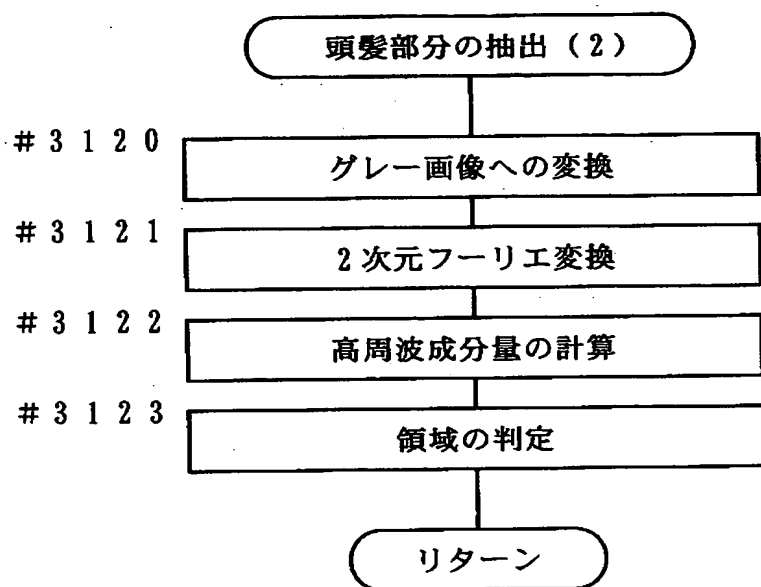
【図 14】



【図 15】



【図 16】





【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 物体のうちの特定部分の抽出の精度を高める。

【解決手段】 物体に対する 3 次元計測によって得られた距離画像 G 1 0 を細分化し、各区画の空間周波数の分布に基づいて、物体の 3 次元形状モデルのうちの所定のデータ処理を加えるべき特定部分を設定する手段を設ける。

【選択図】 図 6

【書類名】 職権訂正データ  
【訂正書類】 特許願

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】  
【識別番号】 000006079  
【住所又は居所】 大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号 大阪  
国際ビル  
【氏名又は名称】 ミノルタ株式会社  
【代理人】 申請人  
【識別番号】 100086933  
【住所又は居所】 大阪市淀川区西中島7-1-26 新大阪地産ビル  
久保特許事務所  
【氏名又は名称】 久保 幸雄

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000006079]

1. 変更年月日 1994年 7月20日

[変更理由] 名称変更

住 所 大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号 大阪国際ビル  
氏 名 ミノルタ株式会社